

日本国特許庁  
JAPAN PATENT OFFICE

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office.

出願年月日 2003年11月11日  
Date of Application:

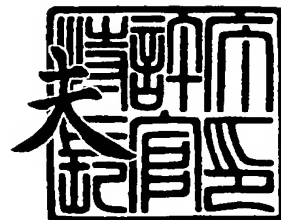
出願番号 特願2003-380839  
Application Number:  
[ST. 10/C]: [JP 2003-380839]

出願人 ジーイー・メディカル・システムズ・グローバル・テクノロジー・カンパニー・エルエルシー  
Applicant(s): 電機資材株式会社

2003年12月22日

特許庁長官  
Commissioner,  
Japan Patent Office

今井 康



出証番号 出証特2003-3106472

【書類名】 特許願  
【整理番号】 16NM02167  
【提出日】 平成15年11月11日  
【あて先】 特許庁長官殿  
【国際特許分類】 H01F 7/02  
【発明者】  
    【住所又は居所】 東京都日野市旭ヶ丘4丁目7番地の127 ジーイー横河メディカルシステム株式会社内  
    【氏名】 井上 勇二  
【発明者】  
    【住所又は居所】 東京都日野市旭ヶ丘4丁目7番地の127 ジーイー横河メディカルシステム株式会社内  
    【氏名】 佐久間 正章  
【発明者】  
    【住所又は居所】 東京都千代田区有楽町一丁目7番1号 電機資材株式会社内  
    【氏名】 長南 祐之  
【発明者】  
    【住所又は居所】 東京都千代田区有楽町一丁目7番1号 電機資材株式会社内  
    【氏名】 迫 剛  
【特許出願人】  
    【識別番号】 300019238  
    【氏名又は名称】 ジーイー・メディカル・システムズ・グローバル・テクノロジー・カンパニー・エルエルシー  
【特許出願人】  
    【識別番号】 592165163  
    【氏名又は名称】 電機資材株式会社  
【代理人】  
    【識別番号】 100095511  
    【弁理士】  
    【氏名又は名称】 有近 紳志郎  
    【電話番号】 03-5338-3501  
【先の出願に基づく優先権主張】  
    【出願番号】 特願2003- 33990  
    【出願日】 平成15年 2月12日  
    【整理番号】 16NM02167  
【手数料の表示】  
    【予納台帳番号】 002233  
    【納付金額】 21,000円  
【提出物件の目録】  
    【物件名】 特許請求の範囲 1  
    【物件名】 明細書 1  
    【物件名】 図面 1  
    【物件名】 要約書 1

**【書類名】 特許請求の範囲****【請求項 1】**

MRI 用磁気回路を構成する円形ポールピースであって、正六角形の軟磁性材料タイルを積層した積層ブロックを並べて全体として略円形とすることを特徴とする円形ポールピース。

**【請求項 2】**

請求項 1 に記載の円形ポールピースにおいて、前記積層ブロックが、同一の正六角形の方向性電磁鋼板タイルを  $60^\circ$  ずつ磁化容易軸の方向を変えながら積層して全体として無方向性にしたものであることを特徴とする円形ポールピース。

**【請求項 3】**

請求項 1 に記載の円形ポールピースにおいて、前記積層ブロックが、同一の正六角形の方向性電磁鋼板タイルを  $60^\circ$  ずつ磁化容易軸の方向を変えながら積層して全体として無方向性にすると共に磁化容易軸を有さない無方向性電磁鋼板タイルを混在させて積層したものであることを特徴とする円形ポールピース。

**【請求項 4】**

請求項 1 に記載の円形ポールピースにおいて、前記積層ブロックが、磁化容易軸を有さない無方向性電磁鋼板タイルを積層したものであることを特徴とする円形ポールピース。

**【請求項 5】**

請求項 1 から請求項 4 のいずれかに記載の円形ポールピースにおいて、前記軟磁性材料タイルの一辺が約  $2.5[\text{cm}]$  以下であることを特徴とする円形ポールピース。

**【請求項 6】**

磁化容易軸を有する方向性電磁鋼板を正六角形に型抜きして方向性電磁鋼板タイルを製作し、磁化容易軸を  $60^\circ$  ずつ回転させて複数の前記方向性電磁鋼板タイルを積層して全体として無方向性にし、接着剤を用いて一体化、もしくはかしめ製法を用いて一体化、もしくはリベットまたはスクリューを用いて一体化することを特徴とする積層ブロックの製造方法。

**【請求項 7】**

磁化容易軸を有する方向性電磁鋼板を正六角形に型抜きして方向性電磁鋼板タイルを製作すると共に磁化容易軸を有さない無方向性電磁鋼板を正六角形に型抜きして無方向性電磁鋼板タイルを製作し、磁化容易軸を  $60^\circ$  ずつ回転させて複数の前記方向性電磁鋼板タイルを積層して全体として無方向性にすると共に前記無方向性電磁鋼板タイルを混在させて積層し、接着剤を用いて一体化、もしくはかしめ製法を用いて一体化、もしくはリベットまたはスクリューを用いて一体化することを特徴とする積層ブロックの製造方法。

**【請求項 8】**

磁化容易軸を有さない無方向性電磁鋼板を正六角形に型抜きして無方向性電磁鋼板タイルを製作し、複数の前記無方向性電磁鋼板タイルを積層し、接着剤を用いて一体化、もしくはかしめ製法を用いて一体化、もしくはリベットまたはスクリューを用いて一体化することを特徴とする積層ブロックの製造方法。

**【請求項 9】**

請求項 1 から請求項 5 のいずれかに記載の円形ポールピースを具備することを特徴とする MRI 装置。

## 【書類名】明細書

【発明の名称】円形ポールピース、積層ブロックの製造方法およびMRI装置

## 【技術分野】

## 【0001】

本発明は、MRI (Magnetic Resonance Imaging) 用磁気回路を構成する円形ポールピース、その円形ポールピースに用いる積層ブロックの製造方法、および、その円形ポールピースを用いたMRI装置に関する。

## 【背景技術】

## 【0002】

従来、MRI用磁気回路を構成する円形ポールピースは、四角形又は矩形の軟磁性材料タイルおよび縁部を充填するための異形の軟磁性材料タイルを積層した積層ブロックを並べて全体として略円形としたり（例えば、特許文献1の図1参照。）、台形又は環状扇形の軟磁性材料タイルを積層した積層ブロックを多重同心リング状に並べて全体として略円形としている（例えば、特許文献1の図21参照。）。

## 【0003】

【特許文献1】特開2000-200716号公報

## 【発明の開示】

## 【発明が解決しようとする課題】

## 【0004】

四角形又は矩形の軟磁性材料タイルおよび縁部を充填するための異形の軟磁性材料タイルを積層した積層ブロックを並べて全体として略円形とする場合、異形の軟磁性材料タイルを並べる必要があり、作業が繁雑になると共にコスト高になる問題点がある。

他方、台形又は環状扇形の軟磁性材料タイルを積層した積層ブロックを多重同心リング状に並べて全体として略円形とする場合、隣接するリングとリングの間または一つのリングを形成する積層ブロックの間に隙間が出来る問題点がある。また、隙間をなくそうとすると、サイズの異なる台形又は環状扇形の軟磁性材料タイルを並べる必要があり、作業が繁雑になると共にコスト高になる問題点がある。

そこで、本発明の目的は、作業を簡単化できると共にコストを低減でき、さらに隙間の出来ない円形ポールピース、その円形ポールピースに用いる積層ブロックの製造方法、および、その円形ポールピースを用いたMRI装置を提供することにある。

## 【課題を解決するための手段】

## 【0005】

第1の観点では、本発明は、MRI用磁気回路を構成する円形ポールピースであって、正六角形の軟磁性材料タイルを積層した積層ブロックを並べて全体として略円形とすることを特徴とする円形ポールピースを提供する。

上記第1の観点による円形ポールピースでは、軟磁性材料タイルを正六角形とするから、これを積層した積層ブロックを隙間なく略円形に並べることが出来る。そして、複数の異形の軟磁性材料タイルが不要であるから、作業を簡単化できると共にコストも低減できる。

## 【0006】

第2の観点では、本発明は、上記構成の円形ポールピースにおいて、前記積層ブロックが、同一の正六角形の方向性電磁鋼板タイルを60°ずつ磁化容易軸の方向を変えながら積層して全体として無方向性にしたものであることを特徴とする円形ポールピースを提供する。

上記第2の観点による円形ポールピースでは、高透磁率が得られる方向性電磁鋼板タイルを用いるから、残留磁化を小さく出来る。そして、60°ずつ磁化容易軸の方向を変えながら方向性電磁鋼板タイルを積層して全体として無方向性にするから、外部磁場の方向（特に勾配磁場の方向）にかかわらず、外部磁場の切り換えに伴って発生する残留磁化を小さく出来る。

## 【0007】

第3の観点では、本発明は、上記構成の円形ポールピースにおいて、前記積層ブロックが、同一の正六角形の方向性電磁鋼板タイルを $60^\circ$ ずつ磁化容易軸の方向を変えながら積層して全体として無方向性にすると共に磁化容易軸を有さない無方向性電磁鋼板タイルを混在させて積層したものであることを特徴とする円形ポールピースを提供する。

上記第3の観点による円形ポールピースでは、高透磁率が得られる方向性電磁鋼板タイルを用いるから、残留磁化を小さく出来る。そして、 $60^\circ$ ずつ磁化容易軸の方向を変えながら方向性電磁鋼板タイルを積層して全体として無方向性にするから、外部磁場の方向（特に勾配磁場の方向）にかかわらず、残留磁化を小さく出来る。さらに、方向性電磁鋼板タイルに比べて透磁率は低いが無方向性電磁鋼板タイルを混在させて積層する（積層ブロックの高さ調整のため）から、コストを低減できる。

#### 【0008】

第4の観点では、本発明は、上記構成の円形ポールピースにおいて、前記積層ブロックが、磁化容易軸を有さない無方向性電磁鋼板タイルを積層したものであることを特徴とする円形ポールピースを提供する。

上記第4の観点による円形ポールピースでは、安価な無方向性電磁鋼板タイルを用いるから、コストを低減できる。

#### 【0009】

第5の観点では、本発明は、上記構成の円形ポールピースにおいて、前記軟磁性材料タイルの一辺が約 $2.5[\text{cm}]$ 以下であることを特徴とする円形ポールピースを提供する。

上記第5の観点による円形ポールピースでは、軟磁性材料タイルの最大径が約 $5[\text{cm}]$ 以下になるから、勾配磁場による渦電流の影響を抑制できる点で有利となる。

#### 【0010】

第6の観点では、本発明は、磁化容易軸を有する方向性電磁鋼板を正六角形に型抜きして方向性電磁鋼板タイルを製作し、磁化容易軸を $60^\circ$ ずつ回転させて複数の前記方向性電磁鋼板タイルを積層して全体として無方向性にし、接着剤を用いて一体化、もしくははかしめ製法を用いて一体化、もしくはリベットまたはスクリューを用いて一体化することを特徴とする積層ブロックの製造方法を提供する。

上記第6の観点による円形ポールピースでは、上記第2の観点による円形ポールピースに用いる積層ブロックを好適に製造できる。

#### 【0011】

第7の観点では、本発明は、磁化容易軸を有する方向性電磁鋼板を正六角形に型抜きして方向性電磁鋼板タイルを製作すると共に磁化容易軸を有さない無方向性電磁鋼板を正六角形に型抜きして無方向性電磁鋼板タイルを製作し、磁化容易軸を $60^\circ$ ずつ回転させて複数の前記方向性電磁鋼板タイルを積層して全体として無方向性にすると共に前記無方向性電磁鋼板タイルを混在させて積層し、接着剤を用いて一体化、もしくははかしめ製法を用いて一体化、もしくはリベットまたはスクリューを用いて一体化することを特徴とする積層ブロックの製造方法を提供する。

上記第7の観点による円形ポールピースでは、上記第3の観点による円形ポールピースに用いる積層ブロックを好適に製造できる。

#### 【0012】

第8の観点では、本発明は、磁化容易軸を有さない無方向性電磁鋼板を正六角形に型抜きして無方向性電磁鋼板タイルを製作し、複数の前記無方向性電磁鋼板タイルを積層し、接着剤を用いて一体化、もしくははかしめ製法を用いて一体化、もしくはリベットまたはスクリューを用いて一体化することを特徴とする積層ブロックの製造方法を提供する。

上記第8の観点による円形ポールピースでは、上記第4の観点による円形ポールピースに用いる積層ブロックを好適に製造できる。

#### 【0013】

第9の観点では、本発明は、上記構成の円形ポールピースを具備することを特徴とするMRI装置を提供する。

上記第9の観点によるMRI装置では、正六角形の軟磁性材料タイルを積層した積層ブ

ロックを隙間なく略円形に並べることが出来る。そして、異形の軟磁性材料タイルが不要であるから、作業を簡単化できると共にコストも低減できる。

【発明の効果】

【0014】

本発明の円形ポールピースおよびMRI装置によれば、異形の軟磁性材料タイルが不要であるから、作業を簡単化できると共にコストも低減できる。また、積層ブロックを隙間なく略円形に並べることが出来る。

また、本発明の積層ブロックの製造方法によれば、本発明の円形ポールピースに用いる積層ブロックを好適に製造できる。

【発明を実施するための最良の形態】

【0015】

以下、図に示す実施の形態により本発明をさらに詳細に説明する。なお、これにより本発明が限定されるものではない。

【実施例1】

【0016】

図1は、実施例1に係る円形ポールピース100を示す平面図である。また、図2は、図1のA-A'断面図である。

この円形ポールピース100は、リング101と、リング101の内側に設置される炭素鋼製の円板状のベース102と、ベース102の中央部に略円形に並べて載置される中央部積層ブロック103aと、ベース102の周縁部に略ドーナツに並べて載置される周縁部積層ブロック103bとを具備している。

中央部積層ブロック103aの高さは例えば42[mm]であり、周縁部積層ブロック103bの高さは例えば36[mm]である。

なお、中央部積層ブロック103aと周縁部積層ブロック103bはいずれも正六角形の軟磁性材料タイルを積層した構造であるため、積層構造を説明するときは、両者を区別せず、単に積層ブロック103と呼ぶこととする。

【0017】

図3は、積層ブロック103の積層構造の第1例を示す説明図である。

この積層ブロック103は、一辺の長さが2.5[cm]の正六角形の方向性電磁鋼板タイル60を60°ずつ磁化容易軸Axの方向を変えながら3枚積層することを繰り返して、全体として無方向性にしたものである。なお、一辺の長さを2.5[cm]以下としてもよい。

方向性電磁鋼板タイル60の厚さは例えば0.35[mm]であるため、中央部積層ブロック103aでは120枚を積層し、周縁部積層ブロック103bでは102枚を積層している。

【0018】

図4は、積層ブロック103の積層構造の第2例を示す説明図である。

この積層ブロック103は、一辺の長さが2.5[cm]の正六角形の方向性電磁鋼板タイル60を60°ずつ磁化容易軸Axの方向を変えながら3枚積層し次いで同形状の無方向性電磁鋼板タイル61を1枚積層することを繰り返して、全体として無方向性にしたものである。

方向性電磁鋼板タイル60および無方向性電磁鋼板タイル61の厚さは例えば0.35[mm]であるため、中央部積層ブロック103aでは82枚の方向性電磁鋼板タイル60と27枚の無方向性電磁鋼板タイル61を積層し、周縁部積層ブロック103bでは77枚の方向性電磁鋼板タイル60と25枚の無方向性電磁鋼板タイル61を積層している。

【0019】

図5は、積層ブロック103の積層構造の第3例を示す説明図である。

この積層ブロック103は、一辺の長さが2.5[cm]の正六角形の無方向性電磁鋼板タイル61を積層したものである。

無方向性電磁鋼板タイル61の厚さは例えば0.35[mm]であるため、中央部積層ブ

ロック 103 a では 120 枚を積層し、周縁部積層ブロック 103 b では 102 枚を積層している。

#### 【0020】

図 3 の積層構造の積層ブロック 103 は次のようにして製造する。

まず、図 6 に示すように、方向性磁性鋼板 D S を金型で型抜きして多数の方向性電磁鋼板タイル 60 を作製する。なお、型抜き歪による磁気特性劣化が無視できない場合は、歪取焼鈍を行う。

次に、図 3 に示すように、方向性電磁鋼板タイル 60 を型内かしめ等により必要な枚数回転積層し、積層ブロック 103 を製造する。

そして、図 7 に示すように、積層ブロック 103 を接着剤液 L に浸漬した後、硬化させて一体化し、電磁力が働いてもばらけないようにする。

#### 【0021】

図 4 の積層構造の積層ブロック 103 は次のようにして製造する。

まず、図 6 に示すように、方向性磁性鋼板 D S を金型で型抜きして多数の方向性電磁鋼板タイル 60 を作製する。なお、型抜き歪による磁気特性劣化が無視できない場合は、歪取焼鈍を行う。

次、図 8 に示すように、無方向性磁性鋼板 N S を金型で型抜きして多数の無方向性電磁鋼板タイル 61 を作製する。

次に、図 4 に示すように、方向性電磁鋼板タイル 60 および無方向性電磁鋼板タイル 61 を必要な枚数回転積層し、積層ブロック 103 を製造する。

そして、図 7 に示すように、積層ブロック 103 を接着剤液 L に浸漬した後、硬化させて一体化する。

#### 【0022】

図 5 の積層構造の積層ブロック 103 は次のようにして製造する。

まず、図 8 に示すように、無方向性磁性鋼板 N S を金型で型抜きして多数の無方向性電磁鋼板タイル 61 を作製する。

次に、図 5 に示すように、無方向性電磁鋼板タイル 61 を必要な枚数積層し、積層ブロック 103 を製造する。

そして、図 7 に示すように、積層ブロック 103 を接着剤液 L に浸漬した後、硬化させて一体化する。

#### 【0023】

上記円形ポールピース 100 によれば、異形の軟磁性材料タイルが不要であるから、作業を簡単化できると共にコストも低減できる。また、積層ブロック 103 を隙間なく略円形に並べることが出来る。さらに、積層ブロック 103 の最大長さが 5 [cm] であるため、勾配磁界による渦電流の影響を小さく出来る。

#### 【0024】

図 10 は、電磁鋼板タイル 70 (方向性電磁鋼板タイル 60 または無方向性電磁鋼板タイル 61) を 4 枚積層し、かしめ製法により一体化した積層ブロック 103 を上から見た図である。図 11 は、積層ブロック 103 を横から見た図である。図 12 は、積層ブロック 103 を横から見た場合のかしめ部 72 の部分拡大図である。

図 10 ~ 図 12 に示すように、電磁鋼タイル 70 の中心を点対称中心とする 3 カ所に設けたかしめ部 72 により、4 枚の電磁鋼タイル 70 が積層一体化されている。

#### 【0025】

なお、図 10 ~ 図 12 は、かしめ部 72 を 3 カ所設けた例であるが、これに限らず、電磁鋼タイル 70 の中心を点対称中心とする 6 カ所あるいは 12 カ所にかしめ部 72 を設けてもよい。

#### 【0026】

図 13 は、電磁鋼板タイル 70 を 4 枚積層し、リベットまたはスクリュー 74 を用いて一体化した積層ブロック 103 を上から見た図である。図 14 は、積層ブロック 103 を横から見た図である。

図13, 図14に示すように、4枚積層した電磁鋼タイル70をリベットまたはスクリー74が貫通して上下方向から押えることにより、4枚の電磁鋼タイル70が積層一体化されている。

【0027】

なお、図13, 図14は、電磁鋼タイル70の中心にリベットまたはスクリー74を設けた例であるが、これに限らず、電磁鋼タイル70の中心を点対称中心とする3カ所あるいは6カ所あるいは12カ所等々にリベットまたはスクリー74を設けてもよい。

【実施例2】

【0028】

図9は、実施例2にかかるMRI装置を示す要部断面図である。

このMRI装置400は、オープン型MRI装置であり、垂直方向に対向して設置されている永久磁石M、Mと、ベースヨークYB、YBと、支柱ヨークYP、YPと、円形ポールピース100、100とにより構成される磁気回路により、円形ポールピース100、100の間に、垂直方向の静磁場を発生させている。

【実施例3】

【0029】

磁性鋼板の代わりに、珪素鋼板、フェライト、アモルファス軟磁性材等の軟磁性材料を用いてもよい。

【産業上の利用可能性】

【0030】

本発明の円形ポールピース、積層ブロックの製造方法およびMRI装置は、MRI装置に利用できる。

【図面の簡単な説明】

【0031】

【図1】実施例1に係る円形ポールピースを示す平面図である。

【図2】図1のA-A'断面図である。

【図3】実施例1に係る積層ブロックの積層構造の第1例を示す斜視図である。

【図4】実施例1に係る積層ブロックの積層構造の第2例を示す斜視図である。

【図5】実施例1に係る積層ブロックの積層構造の第3例を示す斜視図である。

【図6】方向性電磁鋼板タイルの製作方法を示す説明図である。

【図7】積層ブロックの接着による一体化を示す説明図である。

【図8】無方向性電磁鋼板タイルの製作方法を示す説明図である。

【図9】実施例2に係るMRI装置を示す要部正面図である。

【図10】4枚の電磁鋼板タイルをかしめ製法により一体化した積層ブロックを上から見た図である。

【図11】図10の積層ブロックを横から見た図である。

【図12】図10の積層ブロックを横から見た場合のかしめ部の部分拡大図である。

【図13】4枚の電磁鋼板タイルをリベットまたはスクリーを用いて一体化した積層ブロックを上から見た図である。

【図14】図13の積層ブロックを横から見た図である。

【符号の説明】

【0032】

|          |             |
|----------|-------------|
| 30, 60   | 方向性電磁鋼板タイル  |
| 31, 61   | 無方向性電磁鋼板タイル |
| 70       | 電磁鋼板タイル     |
| 72       | かしめ部        |
| 74       | リベットまたはスクリー |
| 100, 200 | 円形ポールピース    |
| 103, 203 | 積層ブロック      |
| 400      | MRI装置       |

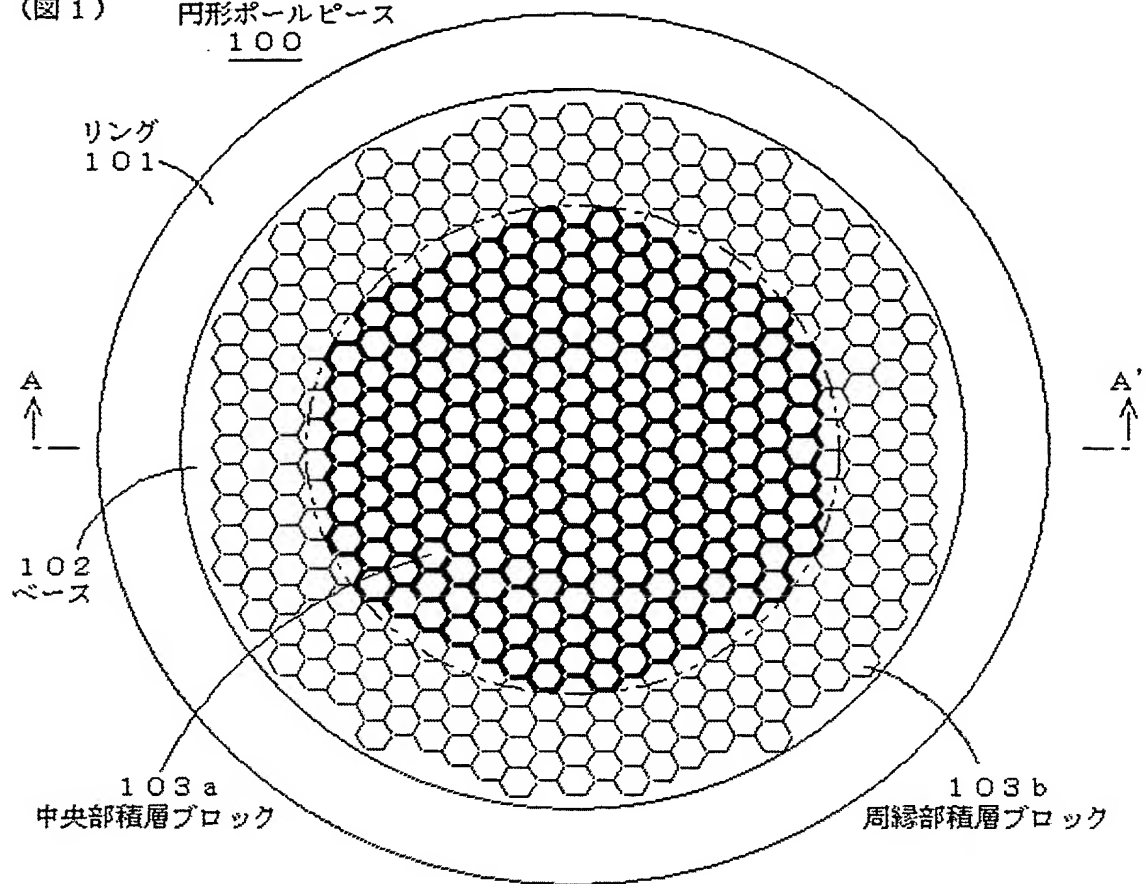


A x

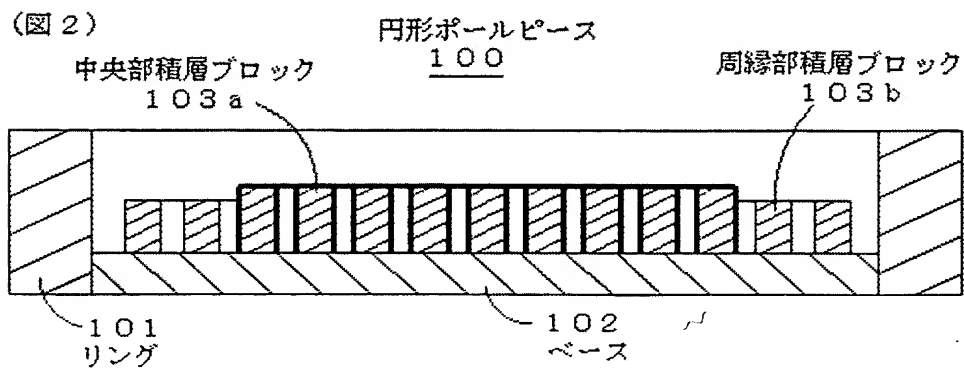
磁化容易軸

【書類名】図面

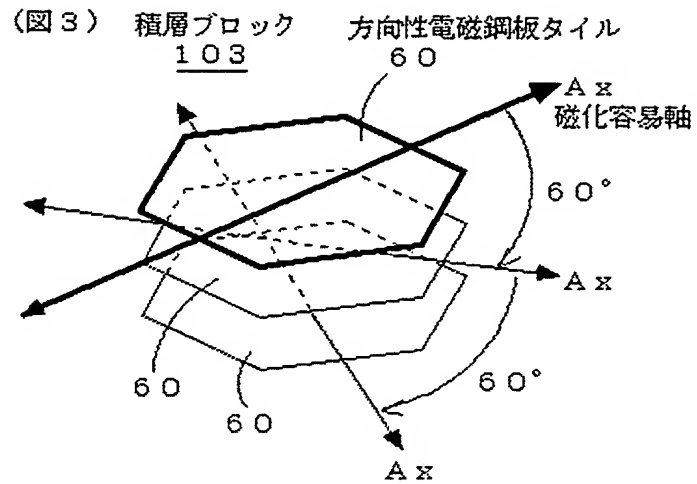
【図 1】

(図 1) 円形ボールピース  
100

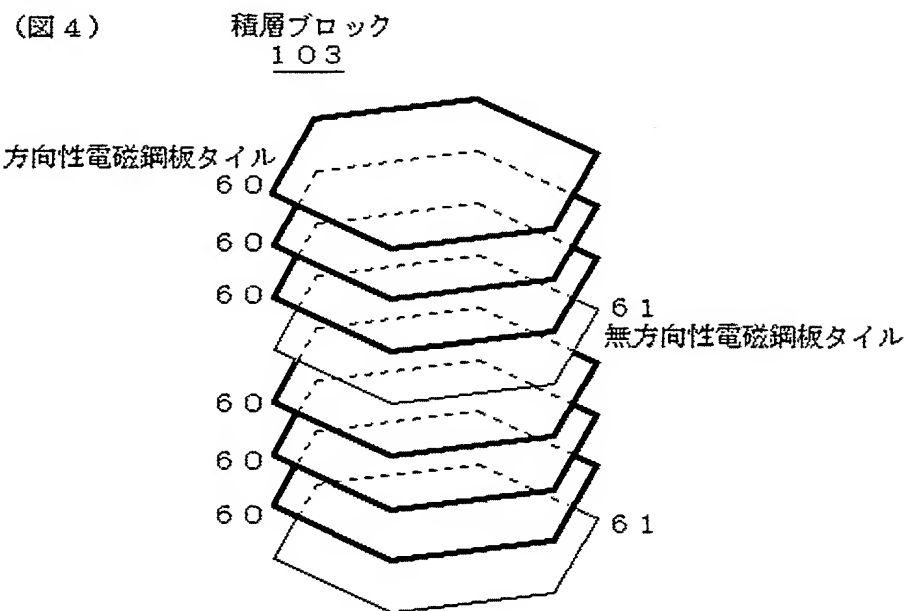
【図 2】



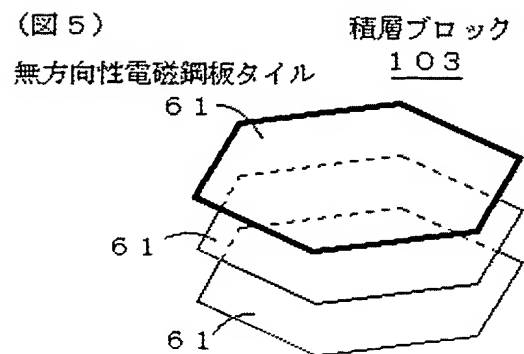
【図 3】



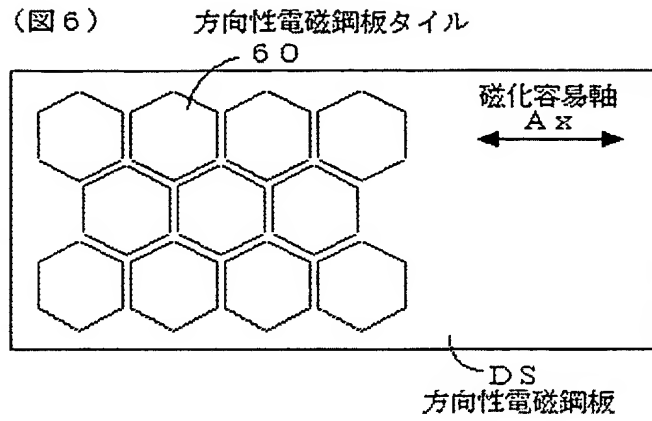
【図 4】



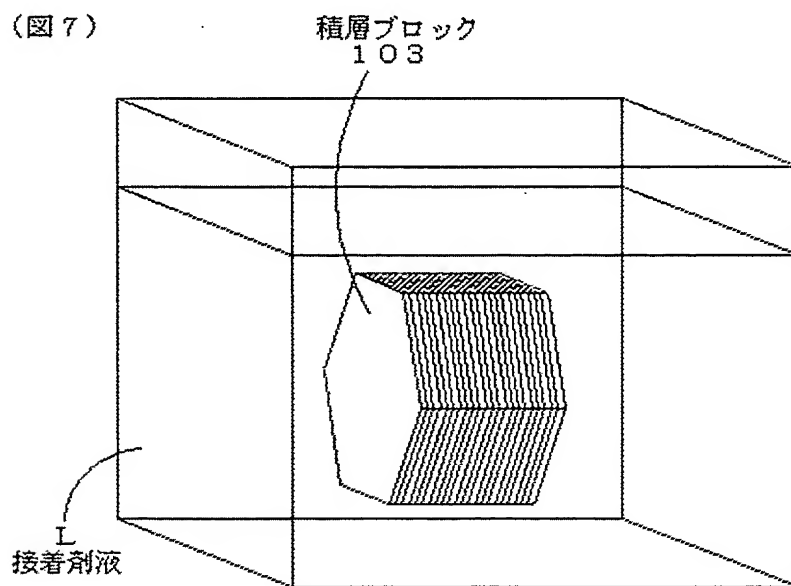
【図 5】



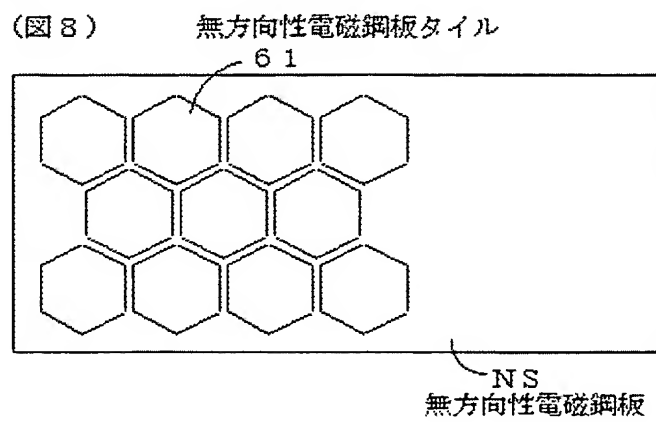
【図 6】



【図 7】

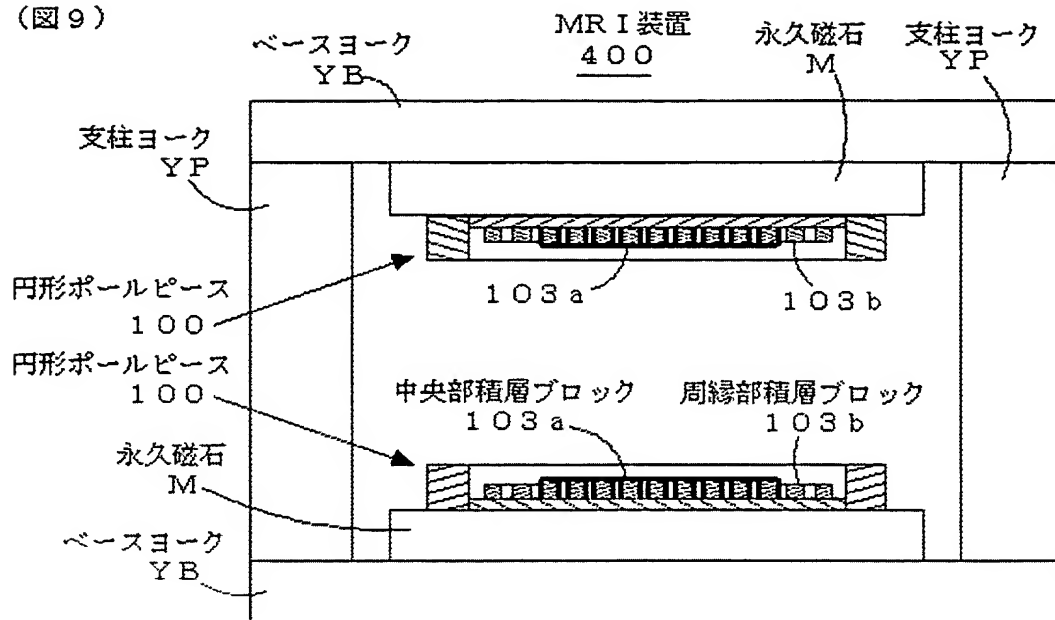


【図 8】



【図 9】

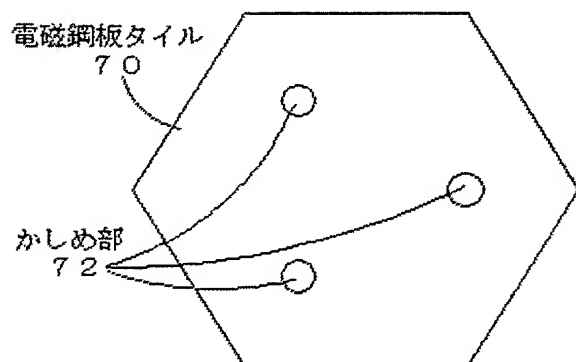
(図 9)



【図 10】

(図 10)

積層ブロック 103



【図 11】

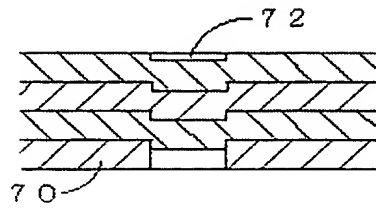
(図 11)

積層ブロック 103



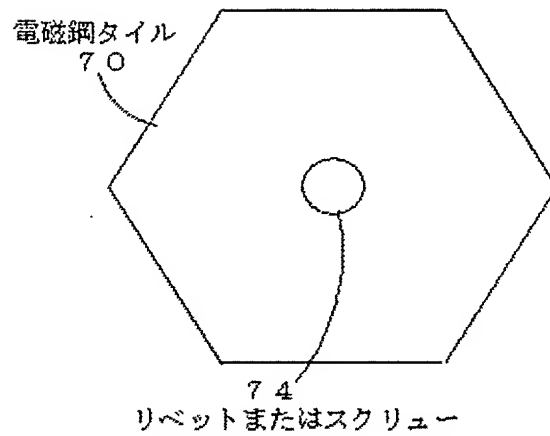
【図 12】

(図 12) 積層ブロック  
103



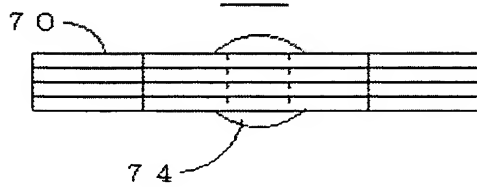
【図 13】

(図 13) 積層ブロック  
103



【図 14】

(図 14) 積層ブロック  
103



【書類名】 要約書

【要約】

【課題】 作業を簡単化できると共にコストを低減でき、さらに隙間の出来ない円形ポールピースを提供する。

【解決手段】 正六角形の方向性電磁鋼板タイルを多数積層した積層ブロック 1 0 3 を円形に並べて円形ポールピースを構成する。

【効果】 異形の軟磁性材料タイルが不要であるから、作業を簡単化できると共にコストも低減できる。また、積層ブロックを隙間なく略円形に並べることが出来る。

【選択図】 図 1


特願 2 0 0 3 - 3 8 0 8 3 9

出 願 人 履 歴 情 報

識別番号 [ 3 0 0 0 1 9 2 3 8 ]

1. 変更年月日 2 0 0 0 年 3 月 1 日  
[変更理由] 新規登録  
住 所 アメリカ合衆国・ウィスコンシン州・5 3 1 8 8 ・ワウケシャ  
・ノース・グランドヴュー・ブールバード・ダブリュー・7 1  
0 ・3 0 0 0  
氏 名 ジーイー・メディカル・システム・グローバル・テクノロジー  
・カンパニー・エルエルシー
  
2. 変更年月日 2 0 0 0 年 3 月 1 5 日  
[変更理由] 名称変更  
住 所 アメリカ合衆国・ウィスコンシン州・5 3 1 8 8 ・ワウケシャ  
・ノース・グランドヴュー・ブールバード・ダブリュー・7 1  
0 ・3 0 0 0  
氏 名 ジーイー・メディカル・システムズ・グローバル・テクノロジー  
・カンパニー・エルエルシー





特願 2 0 0 3 - 3 8 0 8 3 9

出 願 人 履 歷 情 報

識別番号

[ 5 9 2 1 6 5 1 6 3 ]

1 . 変更年月日

1 9 9 2 年 7 月 3 0 日

[変更理由]

新規登録

住 所

東京都千代田区有楽町一丁目 7 番 1 号

氏 名

電機資材株式会社